

# Mild head injury and postconcussive sequelae : a study of brain and behavior relationships

Citation for published version (APA):

Bohnen, N. I. L. J. (1991). *Mild head injury and postconcussive sequelae : a study of brain and behavior relationships*. [Doctoral Thesis, Maastricht University]. Rijksuniversiteit Limburg.  
<https://doi.org/10.26481/dis.19910905nb>

## Document status and date:

Published: 01/01/1991

## DOI:

[10.26481/dis.19910905nb](https://doi.org/10.26481/dis.19910905nb)

## Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

## Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

## General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.umlib.nl/taverne-license](http://www.umlib.nl/taverne-license)

## Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[repository@maastrichtuniversity.nl](mailto:repository@maastrichtuniversity.nl)

providing details and we will investigate your claim.

## Summary

Most of the patients described in this dissertation had been admitted to the Emergency Department of the University Hospital in Maastricht, The Netherlands, between June 1989 and August 1990. The dissertation opens with an introductory review of the postconcussion syndrome (Chapter 1). As studies on MHI are beset with methodological difficulties, different sources of bias and confounding factors are described in this chapter. The study designs used and the choice of patient population to control for many of these factors are also discussed.

Another aim of the introductory chapter was to present a state-of-the-art knowledge of the postconcussion syndrome. After decades of a predominantly psychogenic view of the syndrome, it has become increasingly clear in the last decade that even MHI can produce subtle, but demonstrable, deficits. These deficits may reflect an organic origin of post-traumatic brain dysfunction. Neuropsychological measures have mostly been used to assess the outcome of MHI. Although no gross differences in intelligence or memory were found, it became clear that selective impairments of attention and information processing may occur. In addition, it is becoming more and more accepted that the postconcussion syndrome results from an interplay of different pathogenetic factors, each of which may differentially contribute to neurobehavioral sequelae. The multifactorial nature of the syndrome warrants a multidagnostic approach with different objective tests. These tests must be given simultaneously for a better comprehension of the syndrome.

The main results of the studies described in this dissertation indicate that even an uncomplicated MHI can produce neurobehavioral deficits that can be objectively assessed by different methods of testing. The methods described in this thesis concern a psychophysical method for the assessment of visual and acoustic hyperesthesia, a measure of attention (modified Stroop test), and the construction of two behavioral rating scales. In addition, it is demonstrated that subjective disabilities after MHI are related to an impaired performance in several of these tests.

The first group of chapters in this thesis (A: Diagnostic measures of mild head injury and postconcussive symptoms) describes the application of newly developed tests to assess the outcome of MHI from different diagnostic perspectives.

Chapter 2 describes a psychophysical method for assessing visual and acoustic hyperesthesia in patients with MHI. Using a computerized rating scale technique, we were able to assess both the maximal and submaximal levels of reduced tolerance to light and sound for a wide range of stimuli. We found that 3-6 days after the trauma MHI patients were significantly less tolerant to stimuli of intensities from 71 dB and 500 lux levels than nonconcussed controls. The implications for real-life situations for MHI patients are clear, and indicate that MHI patients may easily get disturbed when exposed to these intensities that commonly occur in daily-life.

Chapter 3 addresses the issue of subtle attentional deficits which can occur after MHI. Most neuropsychological studies on MHI performed so far have applied rather traditional neuropsychological tests, which may lack sensitivity to detect subtle post-traumatic deficits. The Stroop color word interference test has been used by various research groups to study the effects of head injury on aspects of selective attention. The results consistently indicate that head-injured patients are not disproportionately slower on the interference subtask than nonconcussed controls. It is possible that the interference subtask is not difficult enough for mildly head-injured subjects. We therefore tested the hypothesis that a more complex subtask of color word interference would be disproportionately more difficult for MHI patients than for nonconcussed controls. The third (interference) subtask was modified to include a fourth subtask which requires extra flexibility for the naming and reading of the items depending on a special visual cue given with the words. The study compared the performance of

MHI patients and nonconcussed control subjects in this test. In accordance with the findings reported in the literature, we did not find a difference between the two groups with the original interference subtask. In contrast, it was found that the patients were significantly slower at the modified subtask of increased complexity than the controls. The findings support the hypothesis that the cognitive disturbances in MHI patients may be subtle and only demonstrable with more sensitive tests.

The aspecific and vague nature of PCS causes researchers methodological difficulties when they try to quantify or conceptualize these complaints. Moreover, there is controversy about whether these symptoms have an organic basis or are primarily related to the psychological and emotional state of the subject. We therefore studied the interrelationships between rather traditional PCS and more emotional and vegetative symptoms in MHI patients in Chapter 4. Results from a factor analysis indicated that the traditional PCS did not load together with these emotional items, and may therefore have a different origin. Furthermore, PCS are usually quantified by counting the total number of different symptoms per patient. It is clear that this is an arbitrary and rather rough method for assessing the intensity of the postconcussion syndrome. The application of rating scales may be more reliable for this purpose. Unfortunately, there were no such scales for the postconcussion syndrome available. We therefore constructed two rating scales of the relevant items of the two factors: one scale for postconcussive/cognitive complaints and another for emotional/vegetative complaints. Results indicated that MHI patients reported postconcussive/cognitive complaints significantly more than nonconcussed control subjects, but did not differ in the ratings on the emotional/vegetative complaints scale. This could imply that PCS may have a different basis than a pure emotional one. In addition, patients with multiple head injuries or pre-existing problems had higher scores on both scales than control MHI patients. It was concluded that the newly developed rating scales would be useful in MHI research and would contribute to a better operationalization of PCS.

The second group of chapters (B) describes the application of the newly developed tests to patients with an uncomplicated MHI during recovery. Strict eligibility criteria were applied to reduce the effects of possible confounding factors to a minimum.

Chapter 5 describes the application of the psychophysical method described in Chapter 2 and the behavioral rating scales described in Chapter 4. Tolerance to light and sound was tested at 10 days and 5 weeks in a group of nonhospitalized patients after an uncomplicated MHI. Although there was a significant overall recovery from both visual and acoustic hyperesthesia, 25% of the patients were still not able to endure intense stimuli after 5 weeks. In addition, patients with persistent PCS 5 weeks after injury tolerated the light and sound stimuli less well than patients without persistent symptoms. Analysis of data obtained with the two rating scales indicated that the visual hyperesthesia was specifically related to the postconcussive/cognitive complaints scale.

Chapter 6 describes the further follow-up of the cohort of patients (N=41) described in Chapter 5 at 3 and 6 months after the injury. The aim was to chart the time course of recovery from a multidagnostic perspective. It was investigated whether patients with persistent PCS differed in the outcome of the various diagnostic measures in comparison with patients with few or no PCS and nonconcussed control subjects. Three months after the trauma ten patients still complained of 3 PCS or more. There were nine patients with at least 3 PCS at six months. Results obtained with the psychophysical method and the Stroop test indicated that this PCS group had a significantly reduced tolerance to light and sound stimuli and performed significantly less well on the Stroop interference measure in comparison with MHI patients with few or no PCS and nonconcussed subjects.

Interestingly, symptomatic patients were found to complain more and more of emotional and vegetative complaints with time. It was concluded that although most patients may substantially recover after MHI about 25% of patients may retain a

residue of neurobehavioral deficits. The results support the notion that patients with persistent PCS should be evaluated in a multidagnostic and objective way in order to gain a better understanding of the nature and origin of the subjective symptoms.

In Chapter 7 the psychophysical method described in Chapter 2 was applied to investigate the tolerance to light and sound of MHI patients with persisting PCS about six months after a MHI. In contrast to Chapter 2, where MHI patients as a group were compared with nonconcussed subjects, a double control group design was used that compared MHI patients with PCS with MHI patients without PCS and nonconcussed controls for a wide range of stimuli. The results confirm the findings of the previous chapter (=6), namely, that symptomatic patients have a significantly reduced tolerance to intense light and sound stimuli. There were no overall differences between MHI patients without PCS and matched nonconcussed subjects. The psychophysical method proved to be an objective measure for the evaluation of the late persistent postconcussion syndrome.

There is much debate on the nature and duration of the cognitive deficits after MHI. As mentioned in the Introduction, most neuropsychological studies performed so far have compared head-injured patients with nonconcussed subjects instead of directly comparing patients with and without PCS. We found that patients with symptoms at six months after MHI had attentional deficits in comparison with asymptomatic MHI patients and nonconcussed subjects. These findings demonstrate that MHI patients with subjective symptoms have demonstrable cognitive deficits in comparison with asymptomatic MHI patients and nonconcussed control subjects. In contrast, there were no significant differences between asymptomatic patients and nonconcussed control subjects in the neurobehavioral tests.

The third group of chapters (C) deals with an experimental evaluation of the coping hypothesis. According to the coping hypothesis, PCS may result from the chronic effort of patients to compensate for the increased mental effort and stress related to post-traumatic cognitive deficits. The strength of the coping model is that it considers different factors that may interact with one and another to produce PCS. Cognitive and environmental factors are considered as well as personal factors (coping ability, personality, level of aspiration). The attractiveness of this model is further accentuated by the striking similarity of some PCS and symptoms of a stress reaction in nonconcussed individuals.

The few experimental operationalizations of the mental effort and stress of head-injured patients described in the literature, including the measurement of heart rate variability, do not provide direct support for the coping hypothesis in head-injured patients. The measurement of cortisol is another approach for studying the effects of stress. As the field of the psychobiology of stress, coping ability, and mental function is not well established in man, we first studied the effects of mental stress and coping ability on cognitive functions and salivary cortisol reactivity in healthy nonconcussed subjects. Salivary cortisol reactivity proved to be an effective measure of mental stress (Chapter 9) and was related to individual coping characteristics. The cognitive results of this study are described in Chapter 10. It was found that an individually increased cortisol response during mental stress was negatively related to attentional performance (Chapter 10). The experimental methods of Chapters 9 and 10 were then applied to a study of symptomatic and asymptomatic MHI patients (Chapter 11) to evaluate the coping hypothesis with salivary cortisol as a measure of stress. Results obtained with a coping questionnaire confirmed the coping hypothesis in MHI patients, in that symptomatic patients had a less effective coping ability than asymptomatic MHI patients and nonconcussed control subjects. In contrast, we did not find a significantly elevated cortisol response during a cognitive task in the symptomatic patient group in comparison with the two control groups. Results obtained with the vigilance task indicated that there was a negative relationship between an individually increased cortisol response during the task and performance on the vigilance task. Strikingly, it ap-

peared that the asymptomatic patients were cognitively more susceptible to the negative effects of stress than nonconcussed subjects. There was no evidence of such an effect in the symptomatic patient group. The finding that apparently recovered MHI patients are more susceptible to a stressor may point to a selective vulnerability of the CNS after MHI. It is possible that these apparently recovered patients -because of their better coping ability- may compensate for their latent cognitive deficits in most situations when the stress is not too high by, for example, an increased controlled processing of information. It is only in very demanding situations when the stress is too high that the deficits may become manifest.

In the last chapter (12, Concluding remarks), it is postulated that even an uncomplicated MHI can produce neurobehavioral deficits that can be objectively assessed. These deficits may reflect that PCS has an organic basis. Nevertheless, it is stressed that the postconcussion syndrome has a multifactorial pathogenesis wherein psychogenic and physiogenic factors mutually interact with one and another. In addition, patients with MHI cover a heterogeneous population of different subgroups with varying degrees of neurobehavioral deficits. Guidelines for future research that take these characteristics into account are provided. The presence of neurobehavioral deficits, especially attentional impairments, and the reduced coping ability of patients with persisting subjective disabilities after injury stress the need for a more intensive program of diagnosis and treatment of mildly head-injured patients. So far, MHI patients have largely been ignored from a rehabilitation point of view. Evaluation of MHI patients should be directed at an early selection of patients at risk of developing PCS.

## Samenvatting

De dissertatie beschrijft een onderzoek naar het voorkomen van restklachten na een ongecompliceerd licht trauma capitis. Met behulp van verschillende testmethoden zijn diverse aspecten van het gedragsneurologisch functioneren onderzocht. Het grootste deel van de in dit proefschrift onderzochte patiënten-populatie werd in de periode tussen juni 1989 en augustus 1990 op de Eerste Hulp van het Academisch Ziekenhuis Maastricht gezien in verband met een licht diffuus trauma capitis.

De dissertatie begint met een overzicht over het postcommotionele syndroom (hoofdstuk 1). Na enkele decennia van een overwegend psychogene visie op het syndroom, is het de laatste jaren meer en meer duidelijk geworden dat zelfs een lichte hersenschudding (commotio cerebri) lichte, maar wel aantoonbare stoornissen kan veroorzaken. Deze stoornissen kunnen berusten op een organische basis van het postcommotionele syndroom. Om de gevolgen van een commotio te onderzoeken worden neuropsychologische tests het meest toegepast. Alhoewel er geen grote verschillen zijn gevonden in intelligentie en geheugenfuncties, komen er steeds meer aanwijzingen dat er selectieve stoornissen in aandachts- en informatie-verwerkingsfuncties kunnen optreden. Momenteel wordt algemeen aangenomen dat het postcommotionele syndroom voortvloeit uit een interactie van verschillende pathogenetische factoren, waarvan iedere factor op een specifieke manier aan het postcommotionele klachtenpatroon kan bijdragen. De multifactoriële aard van het syndroom vereist een multidagnostische benadering met verschillende objectieve tests om een beter inzicht in dit ziektebeeld te krijgen.

Studies over het postcommotionele syndroom zijn gekenmerkt door veelvuldige methodologische problemen. In dit eerste hoofdstuk komen voorts de verschillende soorten van methodologische bias aan de orde. Bij de studie-opzet en de selectie van de patiënten in dit proefschrift is met een groot deel van deze factoren rekening is gehouden.

De belangrijkste resultaten van de huidige studie laten zien dat zelfs een eenvoudig, ongecompliceerd trauma capitis gedragsneurologische afwijkingen kan veroorzaken die met verschillende tests vastgesteld kunnen worden. De testmethoden die in de huidige studie gebruikt zijn betreffen een psychofysische meetmethode ter bepaling van de visuele en acoustische hyperaesthesie, een aandachtstest (gemodificeerde Stroop test) en twee scorelijsten. Het bleek dat patiënten met persisterende klachten na een commotio cerebri gestoorde prestaties hebben op verschillende onderdelen van deze tests.

De eerste groep hoofdstukken (Cluster A: diagnostische meetmethoden voor commotio cerebri en postcommotionele symptomen) beschrijft de toepassing van nieuw ontwikkelde testmethoden die gebruikt kunnen worden om de gevolgen van een commotio vanuit verschillende diagnostische invalshoeken te bestuderen.

Hoofdstuk 2 beschrijft de toepassing van de psychofysische methode ter bepaling van visuele en acoustische hyperaesthesie bij commotio cerebri patiënten. Met behulp van deze computergestuurde techniek is het mogelijk om zowel maximale als submaximale niveaus van verminderde gevoeligheid voor licht- en geluidsstimuli vast te stellen voor verschillende frequenties. We vonden dat commotio patiënten binnen 3 tot 6 dagen na het trauma significant slechter intensiteiten boven 71 dB en 500 lux konden verdragen in vergelijking met mensen zonder een hersenschudding. De gevolgen hiervan voor het alledaagse leven zijn duidelijk en geven aan dat commotio patiënten al snel gehinderd worden door frequent voorkomende geluids- en licht-intensiteiten.

Hoofdstuk 3 gaat over de lichte aandachtsstoornissen die na een commotio cerebri kunnen optreden. De meeste neuropsychologische studies die verricht zijn bij commotio cerebri patiënten hebben (gangbare) tests toegepast die mogelijk niet voldoende

gevoelig zijn om te subtiële posttraumatische stoornissen te kunnen aantonen. De Stroop kleur woord interferentie test is veelvuldig toegepast bij trauma capitis patiënten om aspecten van selectieve aandacht te meten. De resultaten laten overwegend zien dat de trauma patiënten niet extra trager zijn op de interferentie-taak in vergelijking met gezonde controle-personen. Het is echter mogelijk dat deze interferentietask niet voldoende moeilijk is voor commotio patiënten. Derhalve onderzochten we de hypothese dat een meer complexe interferentietask wel extra moeilijk was voor commotio-patiënten in vergelijking met gezonde proefpersonen. Hiervoor werd de derde (interferentie-taak) gemodificeerd in een vierde taak waarin extra flexibiliteit werd vereist voor het benoemen en lezen van de onderdelen afhankelijk van een specifiek visueel herkenningsteken. De prestaties op deze test werden vergeleken tussen commotio patiënten en controlepersonen zonder een hersenschudding. In overeenstemming met de resultaten in de literatuur vonden we inderdaad geen verschillen tussen de beide groepen voor de prestaties op de originele interferentietask (derde taak). Dit in tegenstelling tot de prestaties op de meer complexe gemodificeerde subtask, waarbij commotio patiënten wel extra trager bleken te zijn in vergelijking met de controlepersonen. De bevindingen ondersteunen de hypothese dat de cognitieve stoornissen in commotio cerebri patiënten licht van aard zijn en alleen met voldoende gevoelige tests kunnen worden aangetoond.

De specifieke en vage aard van de postcommotionele klachten veroorzaken veel methodologische problemen voor onderzoekers in hun poging de subjectieve klachten te quantificeren of te conceptualiseren. Tevens bestaat er een grote controverse of deze postcommotionele klachten nu berusten op een lichamelijke basis of samenhangen met psychologische en emotionele factoren. Derhalve onderzochten we in hoofdstuk 4 de onderlinge samenhang tussen typische postcommotionele klachten en meer emotionele en vegetatieve klachten bij een groep commotio cerebri patiënten. Resultaten, verkregen via een factor analyse lieten zien, dat de meer traditionele postcommotionele klachten niet sterk covariëerden met de meer emotionele klachten, en derhalve een verschillende origine zouden kunnen hebben. Tot nu toe heeft men overwegend getracht de postcommotionele klachten te quantificeren door middel van het optellen van het aantal verschillende klachten per patiënt. Het is duidelijk dat dit een vrij groffe en arbitraire methode is om de intensiteit van het postcommotionele syndroom te meten. De toepassing van scorelijsten zou in dit opzicht meer betrouwbaar kunnen zijn. Echter er bestonden geen speciale scorelijsten voor postcommotionele klachten. Derhalve construeerden we aan de hand van de resultaten van de factoranalyse twee vragenlijsten die als een meetinstrument gebruikt kunnen worden: een lijst betreft meer typisch postcommotionele en cognitieve klachten, de andere lijst betreft meer emotionele en vegetatieve klachten. De toepassing van deze twee lijsten bij commotio cerebri patiënten liet zien dat commotio patiënten significant hoger scoorden op de postcommotionele/cognitieve vragenlijst, maar dat ze niet verschilden qua scores op de emotionele/vegetatieve lijst in vergelijking met controlepersonen zonder een hersenschudding. Deze gegevens zouden kunnen suggeren dat postcommotionele klachten voortkomen uit een andere basis dan een zuiver emotionele. Voorts bleken patiënten met meervoudige traumata capitis en/of een neuropsychiatrische voorgeschiedenis aanzienlijk hoger te scoren op beide lijsten in vergelijking met patiënten met een ongecompliceerde commotio cerebri. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de nieuw ontwikkelde scorelijsten van nut kunnen zijn bij onderzoek naar de gevolgen van een commotio cerebri en kunnen bijdragen aan een betere operationalisatie van postcommotionele klachten.

De tweede groep hoofdstukken (cluster B) beschrijft de toepassing van de nieuw ontwikkelde tests van cluster A (en anderen) tijdens het herstel van een cohort patiënten met een ongecompliceerd commotio cerebri. Strikte selectie-criteria werden toegepast om de invloed van mogelijke storende variabelen tot een minimum te beperken.

Hoofdstuk 5 beschrijft de toepassing van de psychofysische meetmethode van hoofdstuk 2 en de scorelijsten van hoofdstuk 4. De gevoeligheid voor licht en geluid van een groep niet-gehospitaliseerde commotio patiënten werd onderzocht zowel 10 dagen als 5 weken na het trauma. Alhoewel de gemiddelde gevoeligheid voor licht en geluid aanzienlijk verbeterde voor de groep als een geheel bleek dat ongeveer 25% van de patiënten 5 weken na het trauma nog steeds niet in staat was om fel licht en hard geluid te verdragen. Tevens bleek dat patiënten met subjectieve postcommotionele klachten de hoge intensiteiten voor licht en geluid significant minder goed konden verdragen in vergelijking met patiënten zonder klachten 5 weken na het trauma. Verdere analyse van de data van de twee scorelijsten liet zien dat de mate van visuele hyperaesthesie specifiek gecorreleerd was met de scores op de postcommotionele/cognitieve klachtenlijst, doch niet met de scores op de emotionele/vegetatieve lijst.

Hoofdstuk 6 beschrijft de verdere follow-up van het cohort patiënten (N=41) van hoofdstuk 5 voor de tijdstippen 3 en 6 maanden na het trauma. De doelstelling was om het tijdsbeloop van herstel in kaart te brengen vanuit een multidagnostisch perspectief. Voorts werd nagegaan of patiënten met persisterende postcommotionele klachten verschillende resultaten hadden op de diagnostische tests in vergelijking met patiënten met weinig of geen posttraumatische klachten. Drie maanden na het trauma bleken 10 patiënten nog steeds te klagen over 3 of meer postcommotionele klachten, terwijl dit voor 9 patiënten het geval was 6 maanden na het trauma. De resultaten verkregen met de psychofysische meetmethode en de Stroop kleur woord test gaven aan dat de groep van patiënten met duidelijke persisterende subjectieve posttraumatische klachten significant minder fel licht en hard geluid konden verdragen en meer interferentiegevoelig waren (Stroop test) dan commotio patiënten met geen of weinig klachten en gezonde controlepersonen. Het was opvallend dat met het verstrijken van de tijd na het trauma de symptomatische patiënten meer en meer gingen klagen over emotionele en vegetatieve klachten. De conclusies van de studie waren dat - ondanks het feit dat het merendeel van de patiënten voorspoedig herstelden - ongeveer 25% van de patiënten blijft klagen over persisterende postcommotionele klachten na een ongecompliceerde commotio cerebri en waarbij duidelijke gedragsneurologische stoornissen geobjectiveerd kunnen worden. De resultaten ondersteunen het beleid om patiënten met persisterende postcommotionele klachten te onderzoeken met multidagnostische en objectieve tests teneinde meer inzicht te krijgen in de aard en oorsprong van de subjectieve klachten.

In hoofdstuk 7 wordt de psychofysische meetmethode van hoofdstuk 2 gebruikt om de gevoeligheid voor licht en geluid (voor een breed bereik van verschillende intensiteiten) te onderzoeken bij commotio patiënten met persisterende klachten ongeveer 6 maanden na het trauma. Terwijl in hoofdstuk 2 commotio patiënten werden vergeleken met gezonde proefpersonen, werd in het huidige hoofdstuk gebruik gemaakt van een dubbele controle groep met zowel controle commotio patiënten zonder postcommotionele klachten en gezonde personen zonder een hersenschudding. De resultaten bevestigen de uitkomst van het vorige hoofdstuk (=6) dat symptomatische commotio patiënten significant meer gevoelig zijn voor fel licht en hard geluid dan commotio patiënten zonder subjectieve klachten. Er waren geen verschillen in de gemiddelde gevoeligheid voor licht en geluid tussen asymptomatische patiënten en de gezonde controlepersonen. De psychofysische meetmethode blijkt een objectieve maatstaf te zijn voor de evaluatie van het persisterende postcommotionele syndroom. Er is veel discussie over de aard en de duur van cognitieve stoornissen na een commotio cerebri. Zoals toegelicht in het inleidende hoofdstuk worden in de meeste neuropsychologische studies trauma capitis patiënten (ongeacht de aanwezigheid van eventuele klachten) vergeleken met personen zonder een hersenschudding in plaats van een directe vergelijking tussen patiënten met en zonder posttraumatische klachten. Wij vonden in hoofdstuk 8 dat commotio patiënten met persisterende klachten ongeveer 6 maanden na een trauma capitis aandachtsstoornissen hadden (in het bijzonder stoornissen in selectieve en verdeelde attentie) in vergelijking met patiënten